7Р

УДК 004.08

В.А. Резников, К.В. Темник
Государственный университет информатики и искусственного интеллекта
г. Донецк, Украина
kirill_temnik@mail.ru

Исследование возможностей построения интеллектуальных информационных систем на основе компьютерных моделей

В статье рассматривается проблема разработки базы знаний при проектировании экспертных систем. Предлагается использовать компьютерную модель в качестве альтернативного диалога инструмента формализации знаний эксперта. Показывается возможность использования построенной таким образом базы знаний в качестве основы для разработки интеллектуальной информационной системы.

Постановка задачи

В настоящее время во многих сферах деятельности человека актуальным является вопрос внедрения и эффективного использования экспертных систем. Как следствие, проблемы проектировки и разработки таких систем являются одной из наиболее актуальных тематик исследований, проводимых в областях искусственного интеллекта и программной инженерии.

Под экспертной системой (ЭС) понимается программа, которая использует знания специалистов (экспертов) о некоторой конкретной узкоспециализированной предметной области и в пределах этой области способна находить и обосновывать решения на уровне эксперта-профессионала.

Основу успеха ЭС составили два важных свойства [1], [2]:

– в ЭС знания отделены от данных, и мощность экспертной системы обусловлена в первую очередь мощностью базы знаний и только во вторую очередь используемыми методами решения задач;

– решаемые ЭС задачи являются неформализованными или слабоформализованными и используют эвристические, экспериментальные, субъективные знания экспертов в определенной предметной области.

Обобщенная схема ЭС приведена на рис. 1. Основу ЭС составляет подсистема логического вывода, которая использует информацию из базы знаний (БЗ) и генерирует рекомендации по решению искомой задачи. Обязательными частями любой ЭС являются также модуль приобретения знаний и модуль отображения и объяснения решений.

Самым важным из указанных компонентов является база знаний. На её основе осуществляются рассуждения системы, вывод и обоснование результатов. Считается, что данный компонент может быть представлен только в виде конструкций ограниченного естественного языка, а выявлен и формализован только в диалоге между соответствующими экспертами и специалистами по извлечению знаний. На наш взгляд, существует целый ряд частных случаев, когда указанный диалог не даёт результата, однако создание базы знаний возможно на основе виртуальной модели.

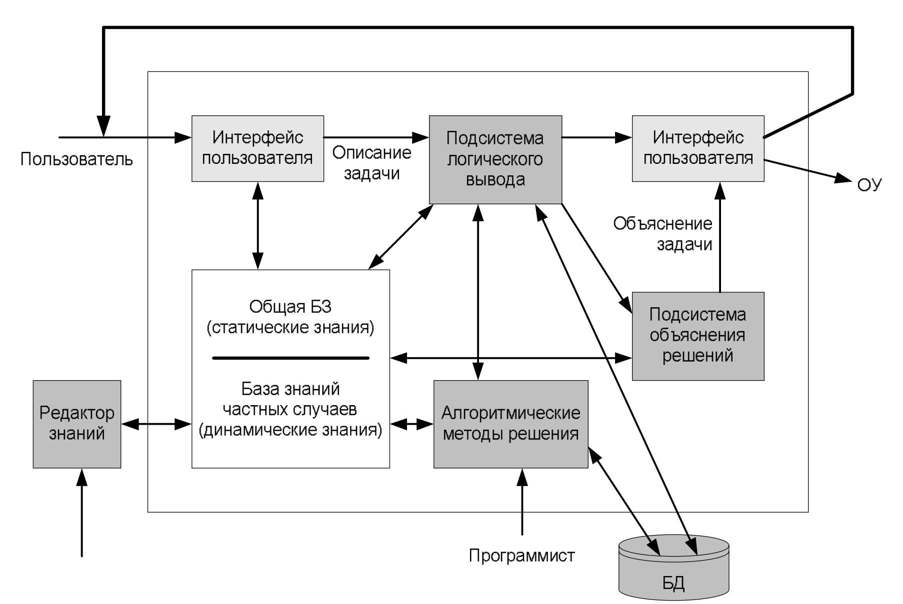


Рисунок 1 – Структура экспертной системы

Целью данной работы является исследование возможностей построения информационных систем на основе компьютерных моделей и анализ их экспертности.

Интеллектуальные информационные системы

Фактическая реализация полнофункциональной экспертной системы по сей день остаётся нетривиальной задачей, и хотя с точки зрения проектировки и разработки данная задача имеет известные решения, на практике её сложность трудно переоценить. По этой причине большое внимание в данный момент уделяется информационным системам, занимающим промежуточное положение между экспертными и традиционными. В различной литературе их можно встретить под названием интеллектуальных информационных систем (ИИС) или систем-советчиков.

Как и экспертные системы, ИИС основываются на знаниях, осуществляют дружественный интерфейс с пользователями, логический вывод и объяснение своих действий. Основное различие между этими классами систем заключается в организации логического вывода. ЭС обычно применяют проблемно-неориентированные (универсальные) процедуры вывода, которые иногда оказываются весьма эффективными, но пригодны далеко не для всех задач. В ИИС используется специализированный логический вывод, соответствующий той проблемной области, той задаче, на которую настроена данная ИИС [3].

В основе архитектуры экспертных систем лежит понятие о независимых правилах (продукциях), которые должны быть извлечены из опыта экспертов и вложены в систему. В противоположность этому в ИИС правила нельзя считать атомарными: ведь в практической деятельности специалистов эти правила всегда взаимосвязаны и взаимозависимы. Поэтому для построения ИИС базовым является понятие о рассуждении специалиста как о внутреннем диалоге. Атомарной процедурой при моделировании таких рассуждений является процедура ВОПРОС-ОТВЕТ, причём вопрос формируется на ограниченном естественном языке. Чтобы настроить ИИС на определённую проблемную область, от эксперта нужно получить не отдельные изолированные правила (как в экспертных системах), а саму последовательность рассуждений, которая должна отображаться в системе вопросо-ответными операторами и операторами обработки ответов.

Следовательно, ИИС имитирует способ рассуждения определённого специалиста-эксперта, что позволяет ей в пределах своей предметной области успешно находить способ решения, являющийся правильным и логически обоснованным с точки зрения человека-эксперта даже в тех ситуациях, когда поставленная задача не имеет решения, обоснованного общей логикой данной предметной области.

С этой точки зрения ключевое значение имеет такой компонент общей схемы ЭС, как база знаний.

Методология построения базы знаний

В основу любой ИИС положены две ключевые составляющие, называемые базой знаний и базой умений (статические и динамические знания).

Базой знаний назван модуль системы, обеспечивающий, например, понимание ограниченного естественного языка, т.е. определённого набора естественно-языковых конструкций, с помощью которых эксперт может выражать свои мысли в пределах рассматриваемой предметной области. Другими словами, статические знания – это совокупность формализованных атомарных знаний эксперта, которых достаточно для описания решения поставленных перед системой задач.

На основании базы знаний строится база умений, которая фактически представляет собой совокупность программ, каждая из которых является моделью некоего рассуждения, построенной из процедур обработки элементов базы знаний. Именно динамические знания и составляют интеллектуальность системы, т.е. её способность на определённом уровне рассуждать.

Опыт показывает, что во многих случаях знания эксперта о предметной области невозможно до конца формализовать. Данный вопрос достаточно детально проработан в теории управления. В качестве примера можно привести работу [4], где показано, что при работе с плохо формализуемыми объектами даже применение нечёткой логики не может считаться решением и нечёткий регулятор, предлагаемый для построения системы управления сложным объектом, в большинстве практических случаев не может считаться экспертным. В подобных случаях построение базы знаний невозможно, что делает невозможным создание ЭС либо ИИС.

Однако даже в тех случаях, когда выразить свои знания о предметной области эксперту не удаётся (либо их невозможно формализовать), он наверняка может продемонстрировать то, как эти знания применяются на практике. Другими словами, на основании данного замечания можно сделать вывод о том, что в отличие от собственного формального описания сама по себе база умений на практике существует независимо от базы знаний и может быть успешно использована на том объекте, о котором существуют соответствующие знания и умения. Кроме того, человек, управляющий сложным объектом, не всегда может точно описать способ решения какой-либо задачи, но при этом всегда может применить этот способ на практике.

Таким образом, если статические знания могут быть выявлены только в диалоге с экспертом, то динамические знания не только могут быть выявлены, но даже более точно проявляются в процессе взаимодействия человека с объектом, к которому эти знания относятся.

На основании сказанного выше можно предположить, что в тех случаях, когда база знаний о некотором объекте не может быть построена, можно попытаться построить компьютерную модель самого объекта и, используя различные компьютерные средства протоколирования событий, формализовать базу умений в процессе работы эксперта с компьютерной моделью. Разумеется, что полученная таким образом система может рассматриваться в контексте ИИС только в том случае, когда компьютерная модель в полной мере отражает свойства реального объекта, на работу с которым направлена данная система-советчик.

Разработка и анализ компьютерной модели

В работе [5] строятся компьютерные модели объектов и процессов, участвующих в процедурах препарирования зубов в стоматологии. Главное внимание уделено двум моделям: модель зуба и модель процесса иссечения его твёрдых тканей.

Для моделирования всех объектов, участвующих в операции препарирования (в том числе и для зубов), используется математический аппарат полигональных моделей. Полигональные модели представляют поверхности геометрических объектов в виде набора состыкованных друг с другом плоских полигонов (многоугольников). Традиционное для компьютерной графики описание полигональной модели объекта является иерархическим и включает список вершин, список ребер (основанный на списке вершин) и список полигонов (основанный на списке ребер) объекта. На рис. 2 показан пример трёхмерной модели зуба, описанной набором полигонов (проволочное представление).

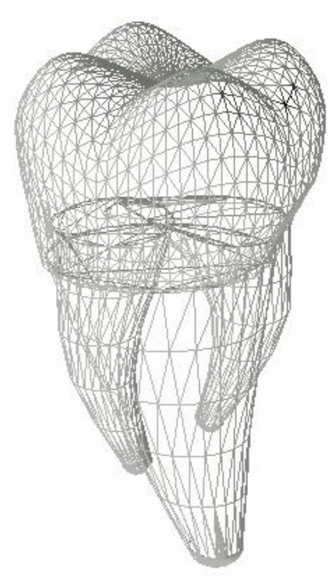


Рисунок 2 – Полигональная модель зуба

Модель процесса иссечения твёрдых тканей зуба включает в себя движение бора и поверхностную деформацию зуба в результате и в процессе его взаимодействия с бором.

Движение объектов трехмерной сцены осуществляется с помощью аффинных преобразований. Для отображения движений бора используются аффинные преобразования трансляции и поворота.

Поверхностные деформации зуба моделируются при помощи технологии трехмерной графики, известной под названием Constructive Solid Geometry (CSG).

Основной принцип CSG заключается в том, что поверхностный объект любой сложности может быть представлен в виде определенной комбинации основных трехмерных примитивов. Под поверхностным объектом понимается трехмерный объект, представляющий собой замкнутую поверхность (в данном случае – полигональная модель). К основным трехмерным примитивам относятся тор, куб, октаэдр, призма и др.

Примитивы комбинируются с помощью специальных логических операций (пересечение, объединение и исключение). Основной операцией для рассматриваемой компьютерной модели является исключение. В операции исключения (логического вычитания) поверхность результирующего объекта определяется как поверхность того объема уменьшаемого объекта, который не входит в объем вычитаемого. Пример операции исключения сферы из пирамиды показан на рис. 3.



Рисунок 3 – Исключение сферы из пирамиды

В работе [5] обосновывается адекватность построенных моделей, достаточная для их использования в процессе обучения студентов-стоматологов, а также перечисляются её гипотетические функциональные возможности. Среди этих возможностей наиболее важными являются следующие:

– наглядное представление знаний стоматологов об операции препарирования зубов;
– имитация различных клинических ситуаций;
– предоставление опытному врачу возможностей для работы в компьютерной среде, максимально приближённой к реальности;
– запись и внесение в базу данных манипуляций пользователя в течение сеанса работы с возможностью последующего воспроизведения (каждая такая запись расценивается системой как способ разрешения определённой клинической ситуации);
– сопоставление проделанного пользователем набора манипуляций с существующими для данной клинической ситуации записями опытных врачей и оценка степени их соответствия (основа тестирования студентов-стоматологов).

Если попытаться оценить указанную функциональность с точки зрения ЭС, то окажется, что данная система обладает базой статических (базовые модели) и динамических (записи манипуляций) знаний. Кроме того, для данной системы возможно построить простейший механизм логического вывода, основанный на сопоставлении групп записей с определёнными клиническими ситуациями (при том, что каждой записи в группе пользователем может быть назначен свой приоритет, обозначающий эффективность решения). При этом блоком обоснования решения для специалиста-стоматолога, использующего систему, может служить подсистема воспроизведения записей опытных врачей.

Таким образом, разработанная модель обладает всеми фундаментальными компонентами ЭС, однако учитывая тот факт, что её база знаний является не универсальной, а ориентированной на определённого специалиста-эксперта (стоматолога), не может быть отнесена к классу экспертных, но полностью удовлетворяет особенностям систем-советчиков, сохраняя при этом перечисленные выше особенности ЭС.

При этом очевидно, что знания опытного стоматолога о самой операции препарирования не поддаются формализации, достаточной для построения автоматической системы, которая могла бы его заменить, т.е. база статических знаний не поддаётся полной реализации.

Таким образом, в данной предметной области невозможно построить ЭС или систему-советчик в классическом варианте (на основе базы знаний), однако при этом существует реальная возможность построения ИИС на основе компьютерной модели.

Следует также выделить главное достоинство системы-советчика, построенной на основе компьютерной модели, – её изменяемость. Поскольку пользователь системы имеет возможность не только упражняться в различных навыках на основе имеющихся знаний (записей), но и вносить в БЗ новые записи, то таким образом он получает возможность формализовать свои собственные динамические знания и «обучать» им систему по мере приобретения.

Следовательно, в процессе использования ИИС может либо трансформировать свою базу знаний согласно опыту эксперта, её использующего (адаптационный процесс), либо аккумулировать динамические знания всех пользователей и дополнять ими существующую БЗ (эволюционный процесс).

Литература

1. Feigenbaum E.A. The art of artificial intelligence: Themes and case studies of knowledge engineering / E.A. Feigenbaum // The fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence. – Boston : MIT, 1977. – С. 1014-1029.
2. Статические и динамические экспертные системы / [Попов Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапт М.Д.]. – М. : Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
3. Любарский Ю.Я. Интеллектуальные информационные системы / Любарский Ю.Я. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 232 с.
4. Резников В.А. Об экспертном управлении плохо формализуемыми объектами / В.А. Резников, Е.А. Пряничникова // Искусственный интеллект. – 2007. – № 2. – С. 40-46.
5. Темник К.В. Исследование и разработка компьютерной модели процесса препарирования зубов: Вып. раб. магистра / К.В. Темник. – Донецк, 2009. – 114 с.

В.О. Резников, К.В. Темник

Дослідження можливостей побудови інтелектуальних інформаційних систем на основі комп'ютерних моделей

У статті розглядається проблема розробки бази знань при проектуванні експертних систем. Пропонується використовувати комп'ютерну модель як альтернативний діалог інструмента формалізації знань експерта. Показується можливість використання побудованої таким чином бази знань як основи для розробки інтелектуальної інформаційної системи.

V.A. Reznikov, K.V. Temnik

Research of Possibilities of Construction of Intellectual Intelligence Systems on The Basis of Computer Models

In the article the problem of development of the knowledge base is considered at designing of expert systems. It is offered to use computer model as the tool of formalizing of knowledge of the expert alternative to dialogue. Possibility of usage of the knowledge base constructed thus as a basis for development of an intellectual intelligence system is shown.

Статяь поступила в редакцию 22.06.2009.